

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE PROCESOS ASOCIADOS A LOS
EQUIPOS BIOMÉDICOS DEL ÁREA DE INGENIERÍA DE LA CLÍNICA VIDA

Andrés Nicolás Arenilla Cuervo

Bioingeniería

Asesoras:

María Bernarda Salazar, Ph.D.

Yurani Arango, Ing.

2019

Medellín, Antioquia

Universidad de Antioquia

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE PROCESOS ASOCIADOS A LOS EQUIPOS
BIOMÉDICOS DEL ÁREA DE INGENIERÍA DE LA CLÍNICA VIDA

Andrés Nicolás Arenilla Cuervo, Bioingeniero.

Agradecimientos

Este trabajo se dedica principalmente a Dios y mi familia, que siempre me apoyó en el proceso de esta carrera, mi círculo íntimo Madre, Padre y hermana, que siempre estuvieron pendientes y me ayudaron cuando lo necesitaban, a todos los profesores que por medio de sus esfuerzos me desarrollaron como profesional íntegro en las bases técnicas y humanas para enfrentar la vida laboral, y finalmente mis asesoras, interna y externa, que me orientaron para desarrollar mi labor lo mejor posible y siempre modelando desde el ejemplo.



DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE PROCESOS ASOCIADOS A LOS EQUIPOS
BIOMÉDICOS DEL ÁREA DE INGENIERÍA DE LA CLÍNICA VIDA

Andrés Nicolás Arenilla Cuervo, Bioingeniero.

Contenido

Agradecimientos.....	2
Resumen	5
1. Introducción.....	6
2. Objetivos.....	7
2.1. General.....	7
2.2. Específicos	7
3. Marco Teórico.....	8
3.1.1. Adquisición	9
3.1.2. Mantenimiento Preventivo	10
3.1.3. Plan de Aseguramiento Metrológico	11
3.1.4. Indicadores.....	12
4. Metodología.....	13
4.1. Identificación de los requerimientos del sistema	13
4.2. Desarrollo la herramienta del sistema de gestión	13
4.3. Autoevaluación de las características del operativo.....	14
4.4. Validación de la herramienta del sistema de gestión	14
5. Resultados y análisis	14
5.1. Evaluación de características del sistema	14
5.2. Desarrollo del Aplicativo	16
5.3. Evaluación del aplicativo.....	22
Conclusiones.....	24
Referencias bibliográficas.....	25

Lista de Figuras

Figura 1. Esquema descriptivo de las acciones a seguir en metodología.....	13
Figura 2. Esquema de los módulos de la herramienta del sistema de gestión de procesos.....	17
Figura 3. Interfaz principal para aplicación de escritorio de la herramienta del sistema de gestión de procesos.....	18
Figura 4. Interfaz de usuario para los módulos (a) Plan de Aseguramiento Metrológico y (b) Mantenimiento.....	18
Figura 5. Interfaz de módulo de (a) Indicadores y (b) Documentación.....	20
Figura 6. Interfaz Principal (a) y de búsqueda rápida (b) de internet.....	21
Figura 7. Lista de equipos por cronogramas (a), y datos generales del equipo (b).....	22
Figura 8. Relación de tareas contra tiempos de ejecución.....	23

Lista de Tablas

Tabla 1. Requerimientos principales de la herramienta para el Sistema de Gestión de Procesos.....	15
---	----

Lista de Anexos

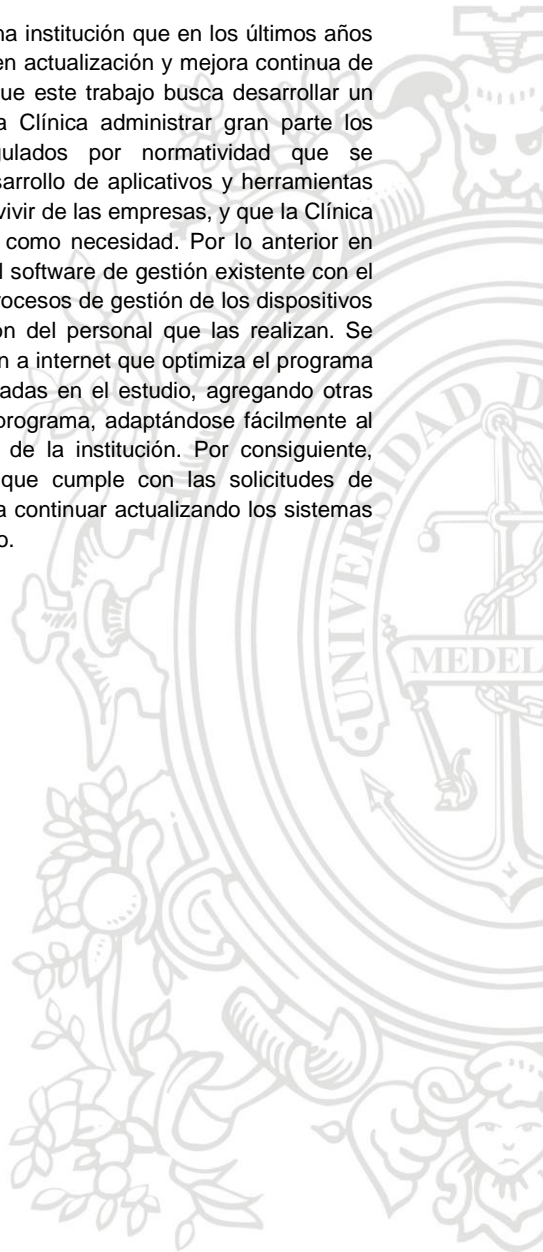
Anexo 1. Encuesta cualitativa y cuantitativa de rendimiento del Sistema.....	
--	--

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE PROCESOS ASOCIADOS A LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS DEL ÁREA DE INGENIERÍA DE LA CLÍNICA VIDA

Andrés Nicolás Arenilla Cuervo, Bioingeniero.

Resumen

La Fundación de Cancerología Clínica Vida es una institución que en los últimos años ha crecido considerablemente, por ende, requieren actualización y mejora continua de los sistemas asociados al servicio. Es por ello que este trabajo busca desarrollar un nuevo sistema de gestión que les permita a la Clínica administrar gran parte los activos Biomédicos y de los procesos regulados por normatividad que se desenvuelven alrededor de estos últimos. El desarrollo de aplicativos y herramientas informáticas son base fundamental para el diario vivir de las empresas, y que la Clínica Vida gracias a su crecimiento ya lo identificaba como necesidad. Por lo anterior en esta práctica académica se plantearon mejoras al software de gestión existente con el objeto de facilitar y estandarizar muchos de los procesos de gestión de los dispositivos Biomédicos que se ven afectados por la rotación del personal que las realizan. Se obtuvo una aplicación de escritorio y con conexión a internet que optimiza el programa anterior teniendo en cuenta las mejoras identificadas en el estudio, agregando otras funciones a solicitud del personal que utiliza el programa, adaptándose fácilmente al modo de trabajo del área en ingeniería clínica de la institución. Por consiguiente, ambas herramientas constituyen un aplicativo que cumple con las solicitudes de mejoras y soluciona inconvenientes pasados para continuar actualizando los sistemas de la Clínica como institución en pleno crecimiento.

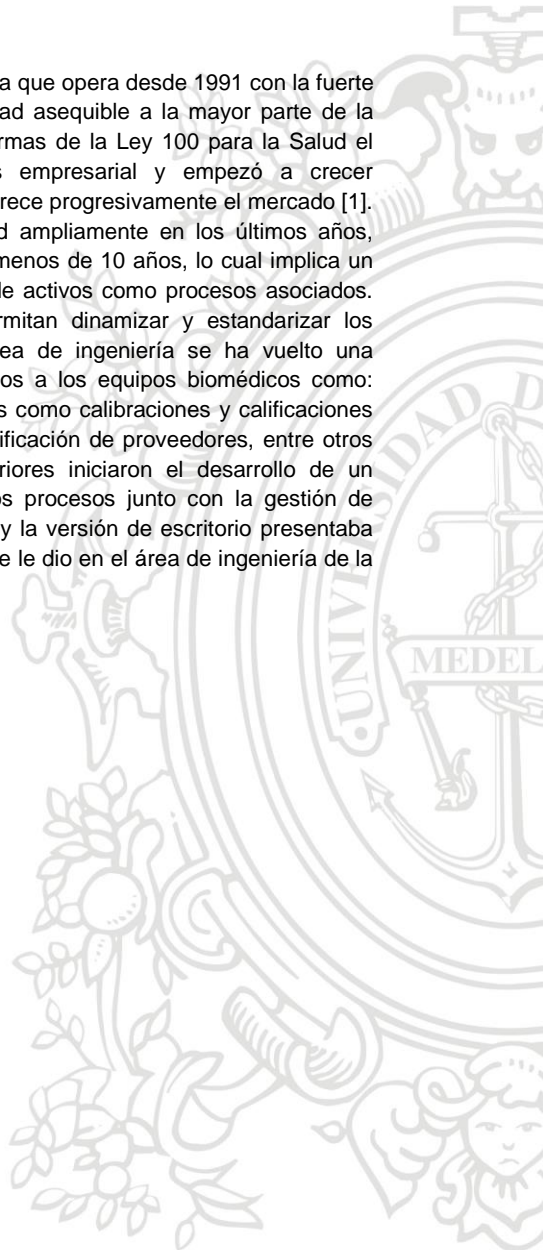


DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE PROCESOS ASOCIADOS A LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS DEL ÁREA DE INGENIERÍA DE LA CLÍNICA VIDA

Andrés Nicolás Arenilla Cuervo, Bioingeniero.

1. Introducción

La Clínica Vida es una Fundación de Cancerología que opera desde 1991 con la fuerte convicción inicial de prestar un servicio de calidad asequible a la mayor parte de la sociedad colombiana, sin embargo, con las reformas de la Ley 100 para la Salud el enfoque de la Clínica tomó un ámbito más empresarial y empezó a crecer consistentemente producto de la demanda que ofrece progresivamente el mercado [1]. Esto llevó a la Clínica a extender su capacidad ampliamente en los últimos años, pasando de una a cuatro sedes de atención en menos de 10 años, lo cual implica un alto volumen de demandas en la gestión tanto de activos como procesos asociados. Por consiguiente, desarrollar sistemas que permitan dinamizar y estandarizar los procedimientos del personal de gestión del área de ingeniería se ha vuelto una necesidad, en el caso de los procesos asociados a los equipos biomédicos como: Mantenimiento Preventivo, procesos metrológicos como calibraciones y calificaciones (PAME, plan de aseguramiento metrológico), calificación de proveedores, entre otros [2]. Estudiantes en prácticas académicas anteriores iniciaron el desarrollo de un sistema en formato Excel que implementa estos procesos junto con la gestión de activos, sin embargo, el proyecto no se culminó y la versión de escritorio presentaba colapso por alta demanda, dado el alto uso que se le dio en el área de ingeniería de la Clínica de la organización.



DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE PROCESOS ASOCIADOS A LOS EQUIPOS
BIOMÉDICOS DEL ÁREA DE INGENIERÍA DE LA CLÍNICA VIDA

Andrés Nicolás Arenilla Cuervo, Bioingeniero.

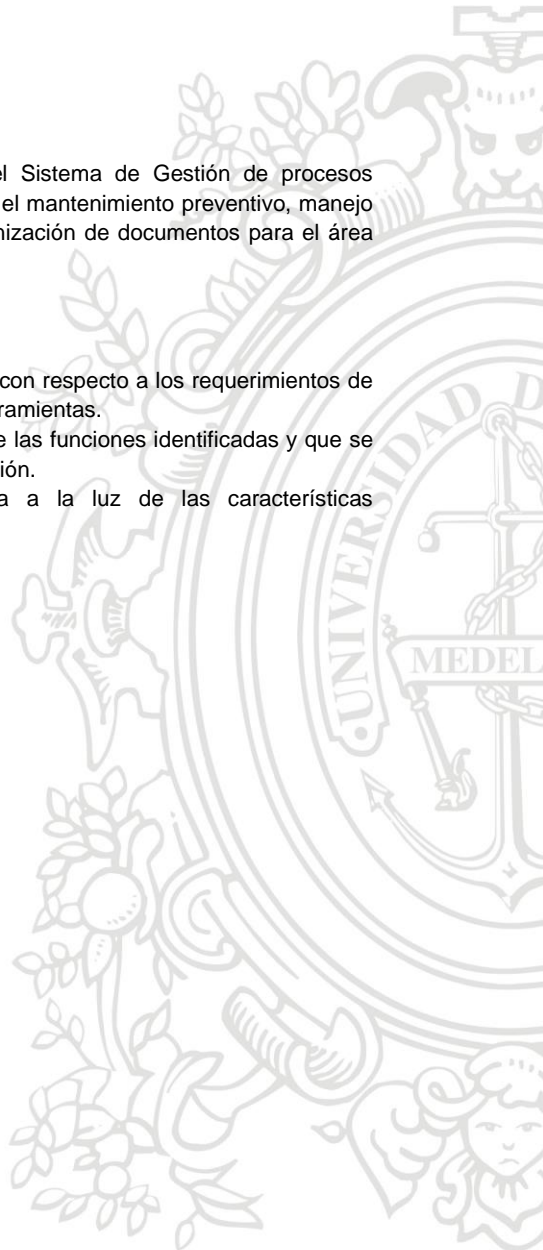
2. Objetivos

2.1. *General*

Desarrollar una aplicación de escritorio para el Sistema de Gestión de procesos asociados a los Equipos Biomédicos que incluya el mantenimiento preventivo, manejo de proveedores, el plan de calibración y la organización de documentos para el área de Ingeniería de la Clínica Vida.

2.2. *Específicos*

1. Establecer las características del sistema con respecto a los requerimientos de la clínica y las normas que rigen estas herramientas.
2. Desarrollar una aplicación que implemente las funciones identificadas y que se conecte a las bases de datos de la institución.
3. Validar las funcionalidades del sistema a la luz de las características establecidas previamente.



3. Marco Teórico

La gestión es una serie de procesos que incluyen acciones y tareas para administrar componentes, objetos o personas. En un contexto para lograr el éxito sostenido en una organización, se requiere desarrollar la teoría de la gestión para cumplir ciertos requisitos mínimos establecidos por la Norma (ISO 9001, 14001, 27001 y entre otras) [2]. Hoy por hoy se implementa con el objetivo de mejorar los procesos y resolver las necesidades de una organización.

Como consecuencia de lo anterior, los Sistemas de Gestión permiten suplir de manera estandarizada diversas tareas propias de un área o estructura organizacional, procesos como manejo de inventario, cronogramas de operación o gestión humana pueden ser implementados a los SG en su modelo y mejorar algunas generalidades tales como: Estrategias, procesos, recursos, estructura y documentos [1].

Los desarrollos que se implementan en los Sistemas de Gestión tienen como objetivo cumplir con los estándares de calidad locales que establece el régimen local, como las normas, pero resultan ser contraproducentes cuando se desarrollan tantos Sistemas de Gestión como normas reguladoras, por consiguiente, surge la necesidad de indagar más en la teoría de estos sistemas para averiguar cómo integrar los requerimientos de una organización, al menos de un área, para que al establecerse la misma se pueda mejorar sobre el trabajo. Por lo tanto, se convierte en un reto para las empresas la elección de estos Sistemas de Gestión, ya que la demanda en recursos externos es inmensa y el desarrollo interno requiere de investigación [3].

En el contexto de las clínicas y hospitales como empresas, los sistemas de gestión toman una importancia mucho mayor por los requisitos de calidad que deben presentar este tipo de instituciones. A la medida que se desarrolla la industria, a su vez han evolucionado sus modelos, implementando distintas estrategias que se acomodan al contexto de las instituciones que atienden (AAMI, ACCE, GENETEC, MHRA, UFSC, MPS y entre otros) [4].

Algunos de los procesos que se requieren mantener en excelencia y puntualidad para la institución son:

- Adquisición
- Mantenimiento preventivo
- Plan de aseguramiento metrológico.
- Indicadores.

3.1.1. Adquisición

Se evalúa el proceso de cotización del equipo médico desde las características técnicas en relación con el objetivo de su tarea. Es uno de los procesos más complejos en gestión ya que se deben tener en cuenta muchos aspectos ajenos a la ingeniería que viene siendo el área de conocimiento del profesional, debe tener en cuenta el beneficio para el paciente, labores administrativas y de costos y las preferencias del personal médico. Tal ejercicio se ha podido conmutar en una serie de pasos que constituyen el proceso [5]:

- **Definir las necesidades reales de la institución.** Teniendo en cuenta que toda IPS cuenta con recursos limitados al momento de adquirir nueva tecnología, debe estudiar muy bien los requerimientos puntuales de los equipos y las fechas de adquisición para poder repartirlo entre los departamentos en cuestión.
- **Identificar la tecnología que cubre la necesidad.** Se entiende que por el avance de la industria existirá más de una tecnología que cubra las necesidades descritas, por ende, se debe gestionar bien entre el personal médico y el ingeniero sobre las características y vida útil del equipo para que se alineen con la misión y visión de la empresa.
- **Crear requerimientos técnicos específicos.** Resulta más sencillo si se tienen incluida en la cotización solicitada los requerimientos técnicos que se necesitan en la IPS para acelerar este proceso.
- **Obtener un presupuesto.** Adicional al costo del equipo, se deben tener en cuenta el presupuesto que cuenta cada departamento para sopesar cualquier inconveniente que muestre el proceso de compra, cosas como los requerimientos de instalación, flete, el espacio y sus tomas eléctricas, entre otros.
- **Obtener cotizaciones de diferentes vendedores.** En este proceso se busca reunir y organizar en competencias las cotizaciones de los posibles vendedores, y tener en cuenta todos los aspectos posibles en el servicio posventa.
- **Presentar la propuesta para ser revisada.** Se debe presentar la propuesta de adquisición en un documento bien desarrollado con datos precisos que argumente la adquisición de la nueva tecnología además del contexto alrededor de la misma, costo, oferta y servicio posventa.
- **Presentar ensayos o demostraciones de equipos.** Es útil si el proveedor muestra un ensayo del equipo en ámbito clínico o demostrativo para evaluar la usabilidad del mismo por parte del personal interesado.
- **Evaluación de soporte e ingeniería.** Se debe entender que la adquisición de la nueva tecnología depende completamente de la Clínica y que el ingeniero presta su conocimiento como asesor para garantizar que el equipo sea confiable.
- **Negociación de precio y soporte posterior orden.** Se debe trabajar el área administrativa y de ingeniería en conjunto para que en el momento de cerrar el

Comentado [MBS1]: Unifica, o todos puntos o todos comas.

negocio se obtengan los mejores beneficios en conjunto de la adquisición que se puedan obtener.

- **Instalación e inspección.** En algunas ocasiones se tiene que la instalación conlleva un proceso de adecuación del espacio, además de desinstalación de algún equipo anterior y pruebas por parte del proveedor o a veces del mismo ingeniero.
- **Capacitación del usuario y del personal de mantenimiento.** Es necesario capacitar al usuario y el personal de mantenimiento sobre la funcionalidad del equipo y en algunos casos en servicios de soporte, es fundamental más que nada cuando se acaba la garantía del mismo
- **Gerencia y manejo de inventario.** Una vez entre en funcionamiento activo, por parte del manejo de inventario se debe tener el equipo en un seguimiento de su rendimiento, así como agendar las inspecciones y documentar cualquier intervención al mismo.

3.1.2. Mantenimiento Preventivo

Se busca conservar la integridad de los equipos lo máximo posible con planes según el uso de los equipos. Se comprende como una serie de inspecciones periódicas a los instrumentos y equipos que comprendan proceso de limpieza, apertura y revisión de funcionamiento con el objetivo de proporcionar un entorno seguro. La planeación del mismo se realiza teniendo en cuenta algunos factores como [6]:

- **Riesgo.** Se tiene como factor de vital importancia ya que diferencia un equipo que debe verificarse a alguno que se debe hacer mantenimiento según el riesgo que se reduce por el procedimiento.
- **Uso.** Es el papel del equipo frente al paciente en un procedimiento.
- **Frecuencia.** Se refiere a la frecuencia de uso del equipo, entre mayor tenga pues será un factor que intervenga en la frecuencia del mantenimiento.
- **Condiciones de fabricante.** De fabrica la mayoría de las veces se va a sugerir una cantidad y un procedimiento de mantenimiento, sin embargo, estos lo asumen bajo un modelo de uso estándar, el cual no se cumple a cabalidad en la práctica, por ende, se emplean los otros factores de indicación para complementar este proceso.

Los conceptos que comprende este proceso van alrededor de una planificación del equipo médico, que resulta en el trabajo realizado sobre el equipo previamente estructurado en un marco de planeación y sugiere tener [6]:

- **Pruebas de seguridad.** Se llevan a cabo para comprobar que el equipo de referencia cumple los estándares de seguridad establecidos.
- **Verificación.** Se lleva a cabo para comprobar que el equipo está completamente operacional bajo los límites especificados.
- **Calibración.** Se compara el equipo frente a un patrón estándar

Andrés Nicolás Arenilla Cuervo, Bioingeniero.

- **Mantenimiento preventivo.** Comprende procesos de limpieza, lubricación, ajuste y reemplazo de partes que podrían mostrar averías en un futuro próximo.
- **Procedimientos para el mantenimiento.** Se deben aportar por parte de la fábrica según ciertos estatutos internacionales.
- **Mantenimiento Correctivo.** Proceso de reparación de un equipo para volverlo a su estado operacional, no es planificado sino bajo reporte.
- **Inventario de Mantenimiento.** Es el recuento de equipos en un cronograma con el fin de cumplir con los requisitos de gestión y el programa de mantenimiento.

3.1.3. Plan de Aseguramiento Metrológico

Esta estrategia conocida por sus siglas como PAME, condensa todo el plan de metrología sobre los equipos médicos que lo requieran. Confiere uno de los procesos más importantes desde la normatividad para las instituciones que prestan servicios de salud, ya que numerosas entidades (Ministerio de Salud, Seccional de Salud, etc.) revisan en procesos de habilitación el cumplimiento de este plan. Continuamente estas reglas sostienen una discusión, ya que desde el 1993 que se estandarizó la norma para todos se han presentado diferentes necesidades, y con el propósito de proteger las instituciones, empresas y laboratorios que ofrecen este servicio, se han generado actualizaciones frecuentes, la más reciente es el Decreto 1471 del 2014 en el cual afirma:

“Según la reglamentación metrológica colombiana, la metrología se define como la ciencia de las mediciones y sus aplicaciones. De ésta hay tres (3) ramas: la metrología científica, que es la que se ocupa de la organización y desarrollo de los patrones de medición y de su mantenimiento, además de su diseminación en la cadena metrológica y en todos los niveles de su jerarquía; la metrología industrial que es la especializada en las medidas aplicadas a la producción y control de calidad en la industria para el correcto funcionamiento de los instrumentos de medición y de los procesos productivos y; finalmente la metrología legal que es la parte de la metrología relacionada con las actividades que se derivan de los requisitos legales que se aplican a la medición, las unidades de medida, los instrumentos de medida y los métodos de medida que se llevan a cabo por los organismos competentes.

De esta forma y según la finalidad prevista por los fabricantes de los equipos biomédicos en articulación con el esquema de control metrológico legal establecido para Colombia por el Decreto 2269 de 1992 y posteriormente en el Decreto 1471 de 2014, se debe hacer una clasificación de los equipos biomédicos en 3 grupos [7].

Grupo 1. Equipos biomédicos considerados instrumentos de medición cuya finalidad prevista es la de medir, pesar o contar.

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE PROCESOS ASOCIADOS A LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS DEL ÁREA DE INGENIERÍA DE LA CLÍNICA VIDA

Andrés Nicolás Arenilla Cuervo, Bioingeniero.

Grupo 2. Equipos biomédicos que no son considerados instrumentos de medición y por lo tanto su finalidad prevista no es la de medir, pesar o contar, pero cuentan con sistemas o subsistemas que son instrumentos de medición.

Grupo 3. Equipos biomédicos que no pertenecen a ninguna de las anteriores categorías. Su finalidad no es medir, pesar o contar y no contienen sistemas o subsistemas que son instrumentos de medición.

En este contexto, el control metrológico legal, definido por el Decreto 2269 de 1993 y posteriormente el Decreto 1471 de 2014, se aplica únicamente al primer grupo, esto es, cuando los equipos biomédicos sean considerados instrumentos de medición cuya finalidad prevista por el fabricante sea medir, pesar o contar [7].

3.1.4. Indicadores

Se diseñan e implementan con el fin de conocer y evaluar la eficiencia y eficacia de los anteriores procesos. Como toda empresa, el diseño de indicadores permite evaluar y determinar ciertos parámetros de mejoramiento, por consiguiente, el Sistema de Gestión deben tener indicadores según las necesidades de la institución que le permitan al área de Ingeniería y Gerencia Administrativa tomar decisiones asertivas [8].

Los indicadores según las necesidades de la clínica se encuentran agrupados en:

- **Indicadores de Mantenimiento.** Se diseñan para determinar la relación de mantenimientos programados y ejecutados por parte del personal, permite observar y llevar un informe de seguimiento.
- **Indicadores de Tickets.** Se refiere a "ticket" como una herramienta informática que permite organizar y categorizar las situaciones de alerta que suceden en el día a día en la institución, la misma plataforma informática se encarga de estructurar la información para que mensualmente de la misma manera con el caso de los mantenimientos, se pueda realizar un informe de seguimiento.

4. Metodología

En la Figura 1 se describen las actividades necesarias para alcanzar los objetivos planteados en este trabajo de grado.

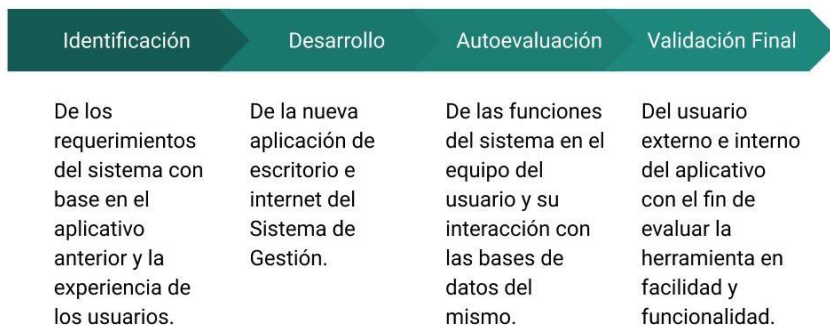


Figura 1. Esquema descriptivo de las acciones a seguir en metodología

4.1. Identificación de los requerimientos del sistema

Esta fase del proyecto apunta al objetivo específico 1, en la cual se realizará una encuesta a los usuarios frecuentes para establecer algunos aspectos funcionales a mejorar en el uso de la herramienta a desarrollar. Así mismo, se realizará una revisión de la normatividad para complementar los procesos, tal que se consideren los estándares actualizados.

En esta fase se busca obtener un cuadro de características a mejorar y así tener indicadores de mejoramiento que permitan dejar evidencia del proceso realizado.

4.2. Desarrollo la herramienta del sistema de gestión

Una vez establecidos los aspectos a mejorar e implementar, se procede al desarrollo del aplicativo de escritorio, relacionado con el objetivo 2, antecedido por la elección del software de programación y el desarrollo de la interfaz de internet para la búsqueda en bases de datos internas, tal que se mejore los tiempos de operación al consultar algún proceso relacionado con los activos. Por otra parte se adicionará la etapa de cotización de la tecnología Biomédica, ya que ha pedido del área de Ingeniería Clínica de la institución resulta aportante tener seguimientos de los proveedores y los estándares a los cuales se eligió cierto equipo en el proceso de adquisición.

4.3. Autoevaluación de las características del operativo

Como primera fase para el cumplimiento del objetivo 3, se busca realizar pruebas internas para verificar el cumplimiento de los requerimientos levantados al caracterizar las necesidades del área de Ingeniería Clínica y lo establecido según la normatividad.

4.4. Validación de la herramienta del sistema de gestión

Es la segunda fase de actividades asociadas al objetivo 3, en la cual el usuario frecuente y algunos externos realizarán la evaluación del aplicativo, con el fin de comprobar su funcionalidad en términos de operabilidad, factibilidad y velocidad.

5. Resultados y análisis

La Fundación Colombiana de Cancerología de Clínica Vida es una institución con el fundamento de aportar servicios de salud a la mayor cantidad de personas con la mejor calidad, sobre esa misión se ha venido desarrollando hace más de 30 años, sin embargo, a causa de los cambios tributarios del modelo de salud en Colombia, el crecimiento de las instituciones de salud se viene bajo un marco empresarial en el cual se exige cierta normatividad y niveles de facturación, por consecuencia se tiene una empresa que en los últimos diez años ha pasado de tener una sede ambulatoria a tener tres sedes de las cuales una es hospitalaria y las otras dos ambulatorias, de tener 30 empleados a más de 300, y por ende para el tema del área biomédica, de adquirir algunas unidades de equipos en 2010 a ampliar sus instalaciones y comprar más de 500 equipos para abastecer la demanda en 2015; como consecuencia se tiene un reto desde el punto de vista de la gestión y entre otros, y emplear herramientas de informática automatizadas, que ese tienen en las IPS más grandes del país, es la solución a aportar en el contexto presente. Se muestra entonces la actualización de la nueva herramienta de Gestión de procesos, que tiene como objetivo organizar la estructura de crecimiento responsable de la institución cumpliendo los estatutos exigidos por el estado. Los resultados se han organizado a la luz del cumplimiento de los objetivos establecidos en este trabajo.

5.1. Evaluación de características del sistema

Con el objetivo de identificar los aspectos a mejorar en la herramienta del sistema de gestión anterior, se realizó una revisión de las características existentes y las solicitadas por el usuario principal para tener un seguimiento del mejoramiento del aplicativo. En la Tabla 1 se muestran las características principales del Sistema de Gestión de Procesos.

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE PROCESOS ASOCIADOS A LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS DEL ÁREA DE INGENIERÍA DE LA CLÍNICA VIDA

Andrés Nicolás Arenilla Cuervo, Bioingeniero.

Tabla 1. Requerimientos principales de la herramienta para el Sistema de Gestión de Procesos

Requerimientos	
Existentes en la herramienta	Nuevos para implementar
	Búsqueda rápida
Cronograma Mantenimiento	Cronograma Mantenimiento
Cronograma PAME	Cronograma PAME
	Documentación Equipos
	Cotizaciones
Plantilla de indicadores	Plantilla de indicadores
	Informes de rendimiento
	Reportes

En la Tabla 1 se muestran aquellas funciones que fueron solicitadas para implementar el sistema y otra que como usuario frecuente se optó por integrar con el fin de mejorar las tareas del puesto de trabajo. Algunas de las características de los requerimientos son:

- **Documentación de equipos.** Se incluyó información sobre inventario de equipos con el seguimiento de los documentos que debe tener por normatividad (Registro sanitario, certificado de importación, manual de usuario en español, calibración por parte del fabricante y entre otros).
- **Cotizaciones.** Tablas comparativas empleadas en el proceso de adquisición, que sopesan las características técnicas, el precio, los requerimientos por venta y las opiniones del ingeniero en un cuadro de evaluación para determinar la mejor opción de manera más simple.
- **Reportes.** Se consideraron tanto de mantenimiento preventivo, correctivo o calibraciones. Este es un proceso nuevo incluido por el personal frecuente ya que esta tarea es generalmente muy manual y conlleva mucho tiempo observando el trabajo acumulado que generalmente confieren los reportes.
- **Búsqueda rápida.** Ya existía para el manejo de inventario, pero no para ubicar los equipos en sus respectivos cronogramas, por ende, significaba un problema encontrar equipos biomédicos específicos en algunas ocasiones por el personal que no se encuentra familiarizado con el puesto.
- **Cronogramas.** Llevan un orden para la gestión,
- **Plantilla de indicadores.** Establecer el margen de rendimiento
- **Informes.** Para dilucidar los indicadores de manera organizada para el jefe del área y analizar la información.

Para evaluar el nivel de pertinencia de los requerimientos establecidos, se realizó una encuesta (Ver Anexo 1) al personal de Ingeniería Clínica, la encuesta se realizó a 8 personas, de los cuales 2 se consideran usuario interno del aplicativo, es decir que conocen los procesos pertinentes y útiles para emplear el sistema, mientras los otros 6 son usuarios externos, es decir que no tienen conocimiento puntual del uso de la aplicación. Los resultados de la encuesta evidencian que el 62,5% de los consultados

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE PROCESOS ASOCIADOS A LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS DEL ÁREA DE INGENIERÍA DE LA CLÍNICA VIDA

Andrés Nicolás Arenilla Cuervo, Bioingeniero.

están de acuerdo con incluir la función de la búsqueda rápida, y el 100% de los usuarios internos lo identifican de esta manera; el 37,5% identifica que debe mejorarse el proceso del seguimiento a la documentación de los equipos Biomédicos, dado que actualmente era complejo encontrar documentos relacionados con un dispositivo de interés, y el 87,5% reconoce que es importante llevar un seguimiento al proceso de cotización tal que se acompañe la adquisición de nueva tecnología.

5.2. Desarrollo del Aplicativo

Una vez identificadas las tareas que se debían implementar y mejorar, se realizó un chequeo de las herramientas disponibles para estructurar el programa según:

- **Funcionalidad**, que los módulos, opciones y elementos desarrollados cumplan con el objetivo de mejorar las tareas del puesto en el área de Ingeniería.
- **Accesibilidad**, que sea intuitivo el sistema para que cualquier persona que llegue a consultar sobre la plataforma pueda emplear el servicio.
- **Soporte**, que esté disponible la herramienta de edición para poder reparar o modificar el código que desarrolla el aplicativo.
- **Actualidad**, que el software que soporta el aplicativo tenga posibilidades de actualizarse y por ende mantener la velocidad del sistema.

Uno de los principales problemas de la herramienta del sistema de gestión anterior es que se desarrolló en la herramienta de Microsoft "Visual Basics" y, aunque se tiene amplia documentación de la misma y dispone de muchas funcionalidades, desde el año 2018 se discontinuó dicho programa en la institución y habían adquirido "Visual Studio". Este último utiliza un lenguaje de programación y accesos diferentes a "Visual Basics", por ende, se vio afectado el funcionamiento de la herramienta existente en la Clínica Vida. La mayoría de las tareas se realizan con la aplicación de escritorio, sin embargo, para abordar el problema de búsqueda rápida, independiente de la sede de la institución, se optó por desarrollar una nueva interfaz con conexión a internet por medio de "Visual Code". La elección de esta interfaz se realizó para optimizar los tiempos de búsqueda y manejo de bases de datos a causa del aumento en la demanda de equipos biomédicos año tras año para la Clínica Vida.

En la Figura 2 se muestra el diagrama de relación de los módulos de la aplicación con sus funciones respectivas.

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE PROCESOS ASOCIADOS A LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS DEL ÁREA DE INGENIERÍA DE LA CLÍNICA VIDA

Andrés Nicolás Arenilla Cuervo, Bioingeniero.

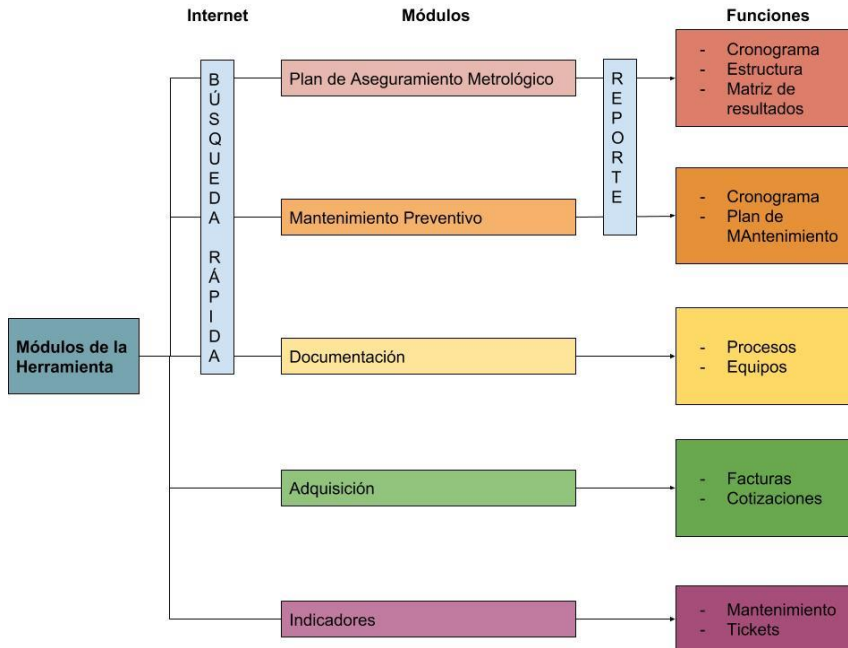


Figura 2. Esquema de los módulos de la herramienta del sistema de gestión de procesos.

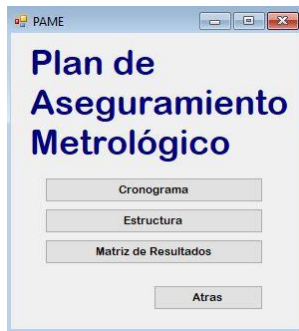
Se denota que, después de la interfaz principal (Principal procesos) se encuentra el acceso a los cinco módulos coherentes con los procesos mencionados y de allí se desglosan las funciones designadas para cada uno. Al iniciar el programa de escritorio, se muestra la interfaz principal como en la Figura 3, que relaciona los demás módulos como se muestra en el esquema de la Figura 2.

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE PROCESOS ASOCIADOS A LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS DEL ÁREA DE INGENIERÍA DE LA CLÍNICA VIDA

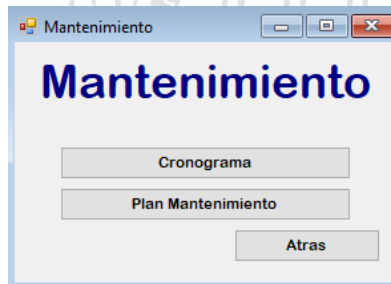
Andrés Nicolás Arenilla Cuervo, Bioingeniero.



Figura 3. Interfaz principal para aplicación de escritorio de la herramienta del sistema de gestión de procesos.



(a)



(b)

Figura 4. Interfaz de usuario para los módulos (a) Plan de Aseguramiento Metrológico y (b) Mantenimiento.

A continuación, se describen las funcionalidades de cada uno de los módulos implementados:

- **Módulo PAME (Plan de Aseguramiento Metrológico)**

PAME, teniendo en cuenta que el plan de aseguramiento metrológico conlleva una normatividad y lineamientos respectivos por institución, en éste módulo se condensa por medio de la **Estructura** los estándares de medidas que se permiten para los

diferentes equipos Biomédicos y por servicio, ya que puede variar también, el **Cronograma** que permite llevar un seguimiento al proveedor que llega a realizar el procedimiento y una **Matriz de Resultados** que va a resumir cada equipo del inventario incluido en el PAME y en relación a su estructura y su calibración o calificación del año si cumple con los estándares de la norma e institución. En la Figura 4a. se muestra la interfaz del módulo.

- **Módulo Mantenimiento**

En la Figura 4b se visualiza la interfaz de **Mantenimiento** y tiene dos funciones puntuales, el **Plan Mantenimiento** muestra bajo que preceptos se realiza la escogencia de la frecuencia de mantenimiento [6] se estiman los equipos que entran al plan, y queda abierto a modificar o ampliar la información según se requiera. Y la segunda función es el **Cronograma**, que al igual del caso del PAME, permite realizar seguimiento a los equipos respecto a su programación, con la diferencia que ésta tiene como responsables a personal interno y proveedores en distinta proporción.

- **Módulo de Adquisición**

La **Adquisición** aunque conlleva muchos pasos e información a condensar, del área de ingeniería se requiere principalmente participar en la etapa de **Cotizaciones**, según algunas especificaciones técnicas, un grupo de candidatos de nueva tecnología, y posteriormente recibir las **Facturas** del equipo escogido para hacer seguimiento a cada proveedor con el que se trata, por ende estas son las funciones relacionadas en el módulo de la Figura 5.

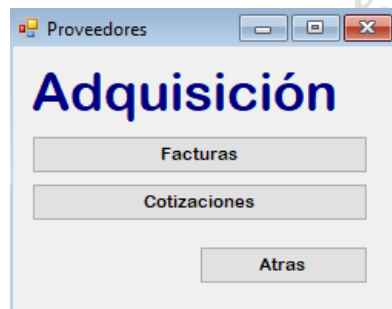
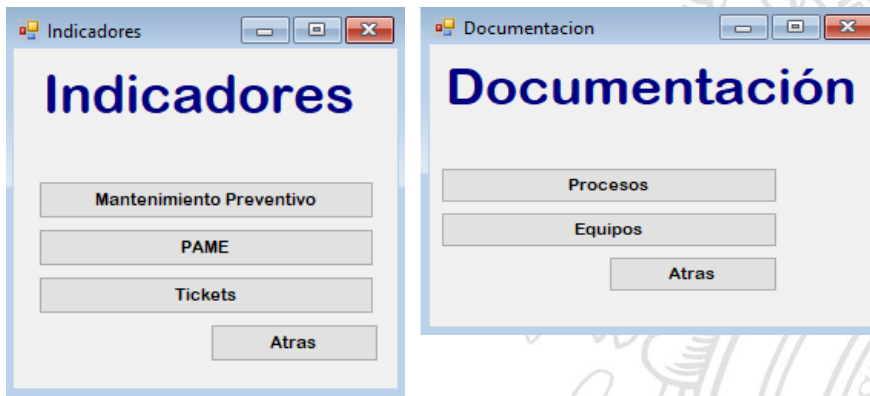


Figura 5. Interfaz del módulo de Adquisición.

- **Módulo Indicadores**

se albergan las plantillas y el seguimiento de resultados por medio de informes, por ende, las funciones de este módulo es dividir por categorías los indicadores disponibles que son los que se muestran en la Figura 6a.



(a)

(b)

Figura 6. Interfaz de módulo de (a) Indicadores y (b) Documentación.

- **Módulo Documentación**

Se muestra una tabla que lleva el seguimiento de la documentación necesaria para los equipos biomédicos y cumplan con todos los criterios de habilitación para la institución, y una carpeta con la documentación que respalda los procesos descritos y los lineamientos que como institución la Clínica lleva para que estos procesos se realicen efectivamente (Ver Figura 6b).

- **Búsqueda Rápida**

Como innovación del Sistema se implementó una interfaz por internet diseñada por medio de *Visual Code* que es un editor del lenguaje *html* para páginas en general, se muestra en la Figura 7 (a).

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE PROCESOS ASOCIADOS A LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS DEL ÁREA DE INGENIERÍA DE LA CLÍNICA VIDA

Andrés Nicolás Arenilla Cuervo, Bioingeniero.



(a) (b)
Figura 7. Interfaz Principal (a) y de búsqueda rápida (b) de internet.

Este proyecto viene en complemento con el trabajo de grado de otro practicante, por consiguiente, esta interfaz principal tiene compartidos los elementos, esta es la razón por la cuál en la barra del menú se ven otras funciones y en la parte inferior están las referencias para **Consultar PAME** y **Consultar Mantenimiento**.

La búsqueda rápida debe ser tan simple que permita realizar un seguimiento del cumplimiento del proceso por mes y sede, su interfaz aparece en la Figura 7 (b), mientras que la lista de bases de datos aparece en la Figura 8 (a), en este caso para el PAME en el mes de marzo.

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE PROCESOS ASOCIADOS A LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS DEL ÁREA DE INGENIERÍA DE LA CLÍNICA VIDA

Andrés Nicolás Arenilla Cuervo, Bioingeniero.

(a)

#	Codigo Activo	Servicio	Equipo	Marca	Mes	responsable
1	10-001109	CENTRAL DE MEZCLAS	AISLADOR AS?PTICO	ISOTECHDESING	MARZO	VALIDARR
2	10-001110	CENTRAL DE MEZCLAS	AISLADOR AS?PTICO	ISOTECHDESING	MARZO	VALIDARR
3	10-001109	CENTRAL DE MEZCLAS	AISLADOR AS?PTICO	ISOTECHDESING	MARZO	VALIDARR
4	10-001110	CENTRAL DE MEZCLAS	AISLADOR AS?PTICO	ISOTECHDESING	MARZO	VALIDARR
5	10-001109	CENTRAL DE MEZCLAS	AISLADOR AS?PTICO	ISOTECHDESING	MARZO	VALIDARR
6	10-001110	CENTRAL DE MEZCLAS	AISLADOR AS?PTICO	ISOTECHDESING	MARZO	VALIDARR
7	10-001260	INTERNACION PARCIAL	OX?METRO DE DEDO	CHOICEMMED	MARZO	

(b)

Datos del equipo

Codigo activo: 10-001110

Servicio: CENTRAL DE MEZCLAS

Equipo: AISLADOR AS?PTICO

Marca: ISOTECHDESING

Modelo: MICROSPPHERE

Serie: 4X2FL-28

Calificacion de riesgo: IIA

frecuencia mantenimiento: ANUAL

Mes de mantenimiento: SEPTIEMBRE

Figura 8. Lista de equipos por cronogramas (a), y datos generales del equipo (b).

Finalmente, por su facilidad de albergar datos, se hace un resumen de los datos pertinentes del equipo para poder tener referencias del mismo, en la Figura 8b se muestra un fragmento del mismo.

5.3. Evaluación del aplicativo

Como toda aplicación, esta se debe probar junto con usuarios internos y externos a la misma para validar el funcionamiento de la misma y los objetivos planteados en el proyecto, se realizó la prueba con tres usuarios frecuentes (jefe del área de operaciones, y asistentes de ingeniería) y cuatro usuarios externos a la misma pero que pertenecen al área de ingeniería, y se realizó la misma encuesta con este programa y el registro de los tiempos mencionados anteriormente, en la Figura 9 se muestra la relación de estos tiempos en unidades de segundos para diferentes tareas.

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE PROCESOS ASOCIADOS A LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS DEL ÁREA DE INGENIERÍA DE LA CLÍNICA VIDA

Andrés Nicolás Arenilla Cuervo, Bioingeniero.

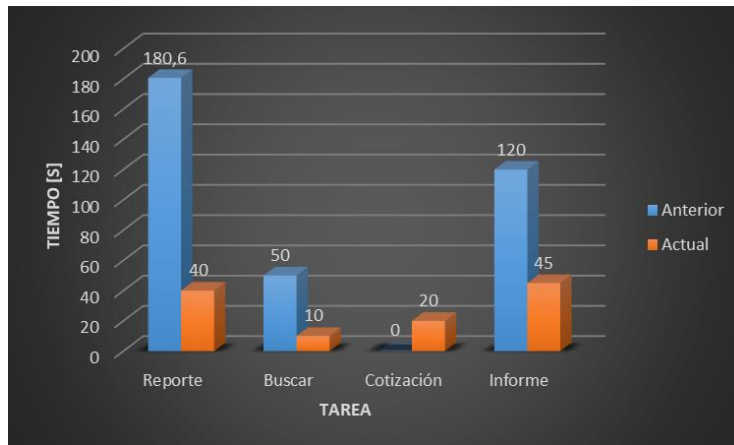


Figura 9. Evaluación de los tiempos de ejecución realizada al personal de Ingeniería Clínica en la encuesta relacionada en el Anexo 1.

Esto permite mostrar y entender porque cambian los tiempos del proceso, más que por el sistema es porque se estandariza un proceso de tareas que dependían del operario, los tiempos por ejemplo del reporte son altos en el anterior sistema porque era un proceso muy manual que nunca se pensó cambiar, así como “Buscar” que implica buscar un equipo sea en el cronograma del PAME o del Mantenimiento que depende de conocer el código activo del mismo, o “Informe” que es consultar uno de los informes de rendimiento en cualquier proceso (PAME, tickets o Mantenimiento) que se ve sujeto a la experiencia de la persona, pues convierte éste en estrategias que van a regular el orden en las tareas.

DESARROLLO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE PROCESOS ASOCIADOS A LOS EQUIPOS
BIOMÉDICOS DEL ÁREA DE INGENIERÍA DE LA CLÍNICA VIDA

Andrés Nicolás Arenilla Cuervo, Bioingeniero.

Conclusiones

- La Clínica Vida como institución lleva la documentación y los procesos de manera adecuada desde antes de la realización de este proyecto, sin embargo, se ha implementado un sistema estandarizado que permite organizar la información pertinente a los estatutos para que las tener mayores herramientas al momento de ser auditados por las entidades regulatorias.
- Las herramientas informáticas actualmente son parte fundamental de la vida de las personas y las empresas, aprovechar el auge y la libertad de diseño de sistemas de gestión complementa la planeación y mejoramiento continuo que disponga toda compañía.
- El nuevo Sistema de Gestión es un aplicativo que combina las características del software de diseño actualizado *Visual Studio* y la interfaz de internet para dinamizar las tareas administrativas de los procesos y resulta una herramienta útil para complementar las buenas prácticas del área de Ingeniería de la Clínica.



Referencias bibliográficas

- [1] A. V. Feigenbaum, "Total Quality Management," in *Encyclopedia of Software Engineering*, Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2002.
- [2] C. Carolina, "Análisis comparativo de modelos de gestión de tecnología biomédica Comparative analysis of Biomedical technology management models a análise Comparativa dos modelos de gestão de tecnologia Biomédica."
- [3] F. J. Naranjo, "Sistemas de Gestión: Valor Estratégico de las Organizaciones," *BLOG seidor*, 2015. [Online]. Available: <http://blog.seidor.com/infraestructura/sistemas-de-gestion-valor-estrategico-de-las-organizaciones/>. [Accessed: 27-Mar-2019].
- [4] Ministerio de Salud y Protección Social, "Páginas - Normativa Resoluciones," *Normativa Resoluciones*, 2019. [Online]. Available: https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Norm_Resoluciones.aspx. [Accessed: 27-Mar-2019].
- [5] T. Molina Velásquez, "Ingeniería Clínica para no ingenieros: adquisición de equipos médicos."
- [6] E. Rodríguez, A. Miguel, and M. C. Sánchez, "GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS MÉDICOS," 2001.
- [7] M. de Salud, "GUÍA RÁPIDA PARA LAS MEDICIONES."
- [8] C. David and C. Parra, "Desarrollo de una metodología para la gestión del inventario de repuestos en el."

Anexos

Anexo 1

Encuesta de Mejoramiento de Sistema de Gestión

Uso

1. ¿Considera el proceso de búsqueda fácil una herramienta práctica?

2. ¿Se encuentra toda la documentación pertinente enlazada al sistema?

Técnicos

3. ¿Considera importante tener un seguimiento de las cotizaciones que se realizan sobre los equipos que se adquieran? ¿Por qué?

4. ¿Cuál es el tiempo promedio para realizar cada una de las siguientes tareas?

- Agregar un reporte. __:__
- Buscar un equipo en cronograma mantenimiento/PAME __:__
- Hallar una cotización __:__
- Ubicar un informe de mantenimiento/ Tickets __:__